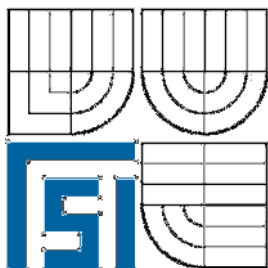


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

# VÝROBA KRYTŮ ELEKTROINSTALACE HALOGENOVÉHO SVÍTLIDLA

THE MANUFACTURING OF ELECTRICAL SET COVERING FOR HALOGEN LAMP

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

JAN BEZPALEC

VEDOUcí PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. KAMIL PODANÝ, Ph.D.

BRNO 2010

Vysoká škola technická v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie  
Akademický rok: 2009/2010

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

student: Jan Bezpálec

který studuje v **bakalářském studijním programu**

Obor: **Strojírenská technologie (2303R002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 o vysokých školách a o studijním a zkušebním řádu VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### **Výroba krytů elektroinstalace halogenového svítidla**

v anglickém jazyce:

#### **The manufacturing of electrical set covering for halogen lamp**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Jedná se o návrh technologie výroby výtažku o velké sérii. Součástí je válcovitý hotvaru spřírubou, abude vyráběna technologie i tažení bez ztenčení stěny s využitím konvenčního nástroje. Na tuto problematiku bude také zaměřena literární studie.

Cíle bakalářské práce:

Provedení aktuální literární studie se zaměřením na technologii i tažení s polusezhodnocením výroby součástí obdobných tvarů. Následovat bude návrh vhodné technologie a vypracování postupu výroby součástí (provedení technologických kontrolních výpočtů), návrh sestavy nástroje spolu s výrobními výkresy zadaných dílů, technicko-ekonomické zhodnocení závěr.

- 1.HELLWIG, W. , SEMLINGER, E. Spanlose Fertigung: S tanzen 5th ed. Braunschweig/Wiesbaden: Frier Vieweg & Sohn Verlag sgesellschaft mbH, 1994. 285 p. ISBN3-528-44042-2.
- 2.FOREJT,M.Teorietvá řeníánastroje.1.vyd.Brno,RekrorátVysokého u čenítechnického vBrn ě,1991.187s.Edit.NakladatelstvíVUTvBrn ě.ISBN80-214-0294-6.
- 3.TIŠNOVSKÝ, M., MÁDLE, L. Hluboké tažení plechu na lisech. 1.vyd. Praha, SNTL, 1990.200s.ISBN80-03-00221-4.
- 4.NOVOTNÝ, K. Tvá řecí nástroje. 1. vyd. Brno, Rektorát Vysokého u čení technického v Brně, 1992. 186 s. Edit.Nakladatelství VUT v Brn ě. ISBN 80-214-0401-9.
- 5.DVOŘÁK, M., GAJDOŠ, F., NOVOTNÝ, K.: Technologie tvá ření – plošné a objemové tváření, 1.ed., edit.Rektorát VUT v Brn ě, 2003, pp.169, ISBN 80-214-2340-6.
- 6.ROMANOVSKIJ, V.P.P říručka pro lisování zastudena.2.vyd.Praha,SNTL,19 59.540s. DT621.986.
- 7.MARCINIAK, Z. Teorie tvá ření plech ů. 1. vyd. Praha, SNTL, 1964. 462 s. DT 621.777.001.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Kamil Podaný, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/2010.

V Brně, dne

L.S.

---

prof. Ing. Miroslav Piřka, CSc.  
Ředitel ústavu

---

prof. Ing. Miroslav Doupovec, CSc.  
D ěkan fakulty

## ABSTRAKT

BEZPALECJan: Výrobakrytuelektroinstalacehalogen ovéhosvítidla.

---

Projekt vypracovaný vrámci bakalářského studia oboru 2307 předkládá návrh technologie výroby výtažku zhlubokotažného ocelového plechu 11 320.21. Na základě literární studie problematiky tažení, s přihlédnutím na sériovost 20000 ks, bylo navrženo tažení konvenční metodou. Výtažek je vyhotoven na jednu operaci a použit při řidržovače. Tažník a tažnice jsou vyrobeny ze slitinové nástrojové oceli 19 436.9, tepleně zpracované podle výkresové dokumentace.

Klíčová slova: Ocel 19436.9, plošné tvárění, mezní přetvoření, tažení

## ABSTRACT

BEZPALECJan: The manufacturing of electrical set covering for halide lamp.

---

The project elaborated in frame of Bachelor's studies branch 2307. The project is submitting design of technology production of the extract from the deep drawing sheet iron 11 320.21. Based on literature studies campaign issue, with regard to the series 20000 pieces, it was suggested drawing a conventional method. Extract is drawn to a single operation using the retainer. Drawing punch and drawing die are produced from alloyed instrumental steel 19 436.9, heat-worked according to drawing documentation.

Keywords: 19436.9 steel, sheet forming, forming limit diagram, drawing

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

BEZPALEČ Jan: *Výroba krytů elektroinstalace halogenového osvětlení*. Brno, 2010. 35 s., CD.  
FSI VUT v Brně, Ústav strojírenské technologie, Odbor technologie tváření kovů a plastů.  
Vedoucí práce Ing. Kamil Podaný, Ph.D.

## **ČESTNÉPROHLÁŠENÍ**

Tímto prohlašuji, že předkládanou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně, s využitím uvedené literatury a materiálů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího bakalářské práce.

V Brně dne 20.5.2010

.....

Podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto děkuji panu Ing. Kamil Podaný, Ph.D. za cenné připomínky a rady týkající se zpracování bakalářské práce.

# OBSAH

Zadání

Abstrakt

Bibliografická citace

Čestné prohlášení

Poděkování

Obsah

<b>1 ÚVOD</b>	9
<b>2 ROZBORSOU ČÁSTI</b>	10
2.1 Variantní řešení	10
<b>3 TECHNOLOGIETAŽENÍ</b>	12
3.1 Parametry procesu tažení	13
3.1.1 Velikost prístřihu plechu	13
3.1.2 Počet tažných operací	14
3.1.3 Tažná mezera	15
3.2 Volba pridržovače	15
3.3 Síla práce	17
3.4 Mazání prístřihu	18
3.5 Tažná stroje	19
3.5.1 Geometrie tažného stroje	20
3.6 Stroje	20
3.6.1 Rychlost tažení	21
3.7 Vady výtahů	21
<b>4 NÁVRH TECHNOLOGIE</b>	23
4.1 Plocha výtahů	23
4.2 Průměr prístřihu	24
4.3 Počet tažných operací	24
4.4 Použití pridržovače	25
4.5 Tažná mezera	25
4.6 Síla práce	26
4.7 Zaoblení tažného stroje	26
4.8 Návrh výplně	26
4.9 Volba stroje	27
<b>5 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ</b>	28
5.1 Technické zhodnocení	28
5.2 Ekonomické zhodnocení	28
<b>6 ZÁVĚR</b>	29
Seznam použitých zdrojů	
Seznam použitých symbolů a zkratk	
Seznam příloh	



## 1 ÚVOD [1],[2]

Současná doba výroby tvářením vyžaduje inovace ve výrobě a vývoj nových technologií výroby, sdílením a zlepšováním výrobních podmínek zahrnujících, lepší využitelnost strojů, materiálů, energií, atd. V automatizované výrobě mají tvářecí technologie vysokou produktivitu, která mnohonásobně předčí běžné obrábění.

Tváření materiálů má technické i ekonomické výhody, například vysoká výrobnost, využití materiálu, nízká spotřeba energie, vysoká kvalita polotovárů a hotových výrobků a relativně nízké náklady.

Podle použité technologie se rozdělují tvářecí na objemové (protlačování, kování, ražení, válcování, atd.) a plošné (stříhání, ohýbání, zakružování, tažení, atd.).

Ve strojírenské technologii patří tažení k nejdůležitějším lisovacím operacím, které tvoří více než 30% výroby lisoven. Dokonce i v malosériové výrobě lze pomocí tažení docílit ekonomického přínosu.



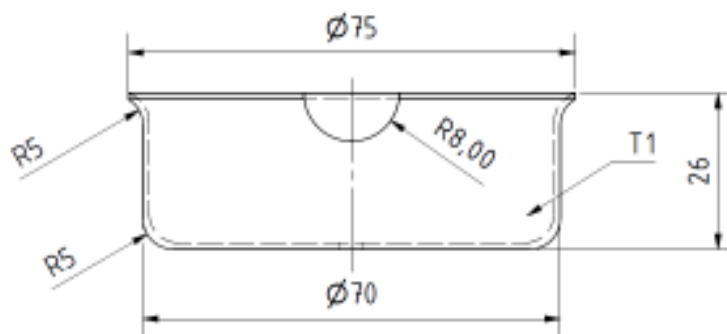
Obr.1.1Příklady výtažků [7]

## 2 ROZBORSOU ČÁSTI

Cílem je výroba krytu elektroinstalace halogenového svítidla plošným tvářením - tažením bez ztenčení stěny pro velkosériovou výrobu. Na výrobu byla použita hlubokotažná ocel 11320.21. Součást má rotační tvar. Zaoblení částí výtažku určují tvary použitých tažných nástrojů. Dno je opatřeno otvory pro šrouby, které přichycují kryt ke svítidlu. Boční otvor slouží k vyvedení elektrického kabelu. Požadavky na přesnost výroby součástí jsou malé, a proto jsou rozměry netolerované.



Obr.2.1 Kryt



Obr.2.2 Výkres součásti

Tab.1 Materiál součásti [10]

<b>Označení</b>	ČSN 11320.21
<b>Chemické složení</b>	0,011% C, 0,3% Mn, 0,05% Si, 0,011% P, 0,011% S, 0,027% Al
<b>Třída odpadu</b>	005
<b>Mezpevnost <math>R_m</math></b>	min. 300 MPa
<b>Mezkluzu <math>R_{p0,2}</math></b>	200 MPa

**Použití:** Ocel se zvláštními vlastnostmi, pro mírný až hluboký tah. Svařitelná ocel, dobře tvárná za tepla i za studena, vhodná k hlubokému tažení, pro povrchovou úpravu žárovým pokovováním nebo smaltováním. Pro výrobu trubek, k hlubokému tažení na méně náročné výtažky, trubky svařované z pásů obyčejné a přesné, pro olejové chladiče transformátorů, k výrobě železničních kol, motocyklů, atd.

### 2.1 Variantní řešení

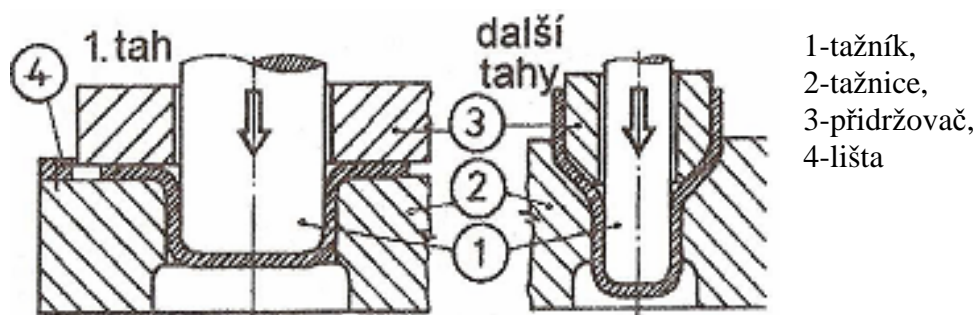
Součást lze vyrobit několika způsoby tvářením. Varianty pro výrobu součástky jsou:

- Kovotlačení - Rotační způsob tlačením vypuklých a dutých tvarů dílců přes tvárnici (formu). Tvárnice udává výsledný tvar součásti. Polotovary se přitlačují p říložkou k čelutvárnici. K formování vytlačků dochází jen v místech působení tlačného nástroje. Metoda je vhodná pro kusovou výrobu dutých součástí se ztenčením stěny do tloušťky oceli 1,5 mm. Nevýhodou výroby kovotlačením je malá produktivita a kladení vyšších nároků na zručnost obsluhy.
- Nekonvenční tažení - U nekonvenčního tažení je jedna část nástroje nahrazena pružným médiem. Jako pružné médium se využívá elastomer, nebo kapalina. Největší využití této metody spočívá v hospodárnosti, protože jsou nekonvenční metody

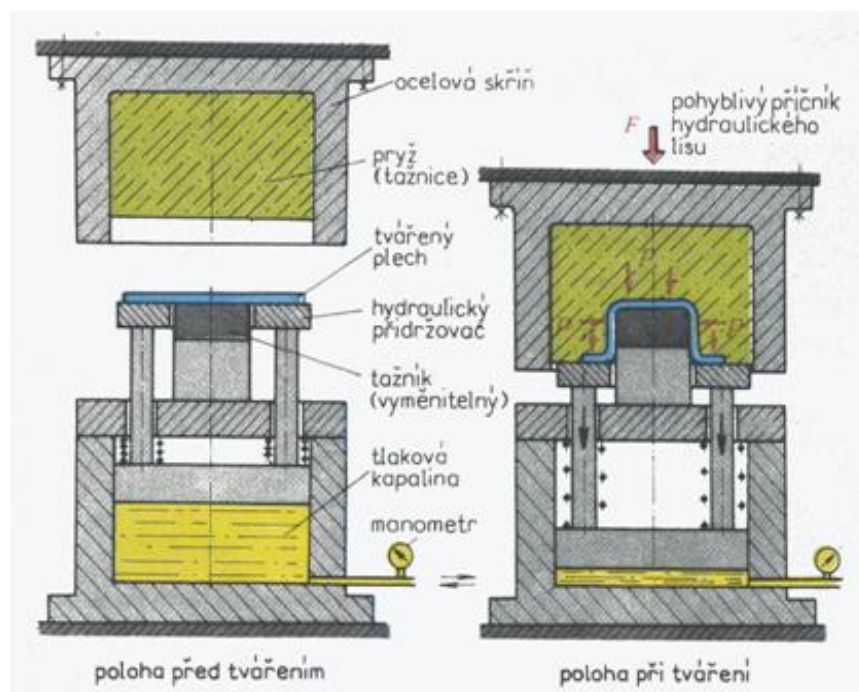
využívány při kusové výrobě. Tažné nástroje jsou jednodušší a levnější. Možnost výroby rozměrných dílů.

- Tažení konvenční - Tažení se provádí za pomoci 2 kovových nástrojů. Tato metoda je nejrozšířenější. Slouží k výrobě mělkých a hlubokých výtažků, krytů, vík, atd. Lze zhotovit součásti i s rozdílnou tloušťkou stěny. Výrobní náklady na nástroje jsou vysoké, proto se nepoužívá v kusové výrobě, ale ve středně a velkosériové výrobě.

Metoda kování není vhodná k použití pro malou produktivitu výroby. Nekonvenční metoda tažení se využívá v kusové výrobě. Z předchozích variant rozborů vyplývá nejlépe metoda výroby součástí konvenčním tažením. Zadaná součást bude tažena bez ztenčení stěny. Právě touto technologií se budeme právě zabývat.



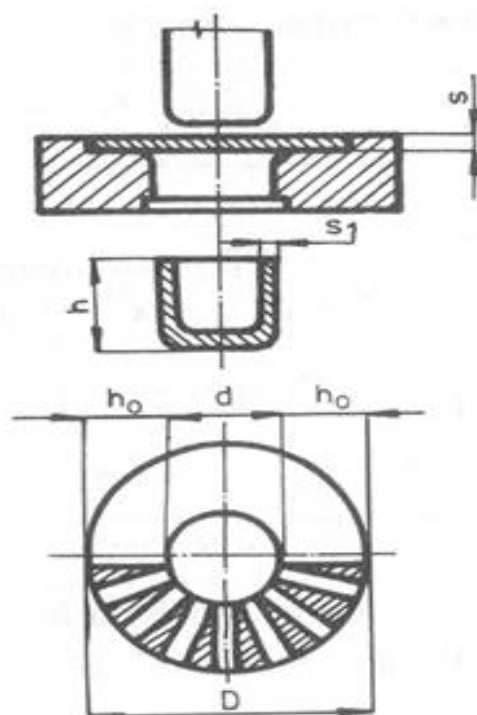
Obr.2.3 Konvenční tažení s přídržovačem [2]



Obr.2.4 Nekonvenční tažení (metoda Marform) [6]

### 3 TECHNOLOGIE TAŽENÍ [1],[3], [5],[6],[8]

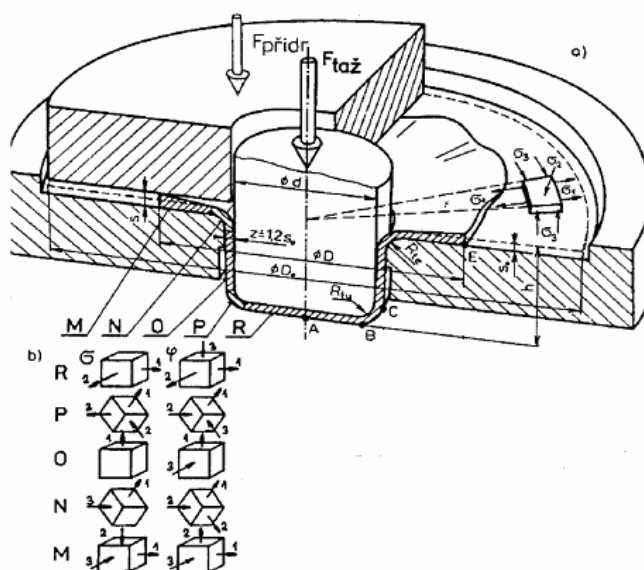
Tažení je výrobní technologie tváření. Vstupní polotovar je rovinný přístřih plechu, ze kterého se zhotovují duté tělesa - výtažky. Pro technologický proces tažení se používají tvářecí stroje-lisy. Nástroje jsou tažidla, které se skládají z tažníku, tažnice a dalších konstrukčních prvků. Výtažky lze zhotovit na jedné nebo na dvouavicetahů. Proces tažení se dále dělí na mělké a hluboké tažení, tažení bez ztenčení a se ztenčením stěny, tažení rotačních a nerotačních tvarů a nepravidelných tvarů. Základní princip tažení pracuje na vsouvání plochého přístřihu plechu o průměru  $D$  tažníkem do otvoru tažnice. Z dané operace vzejde válcová nádob o výšce  $h'$  a konečném průměru  $d'$ . Mezikruží  $(D - d)$  se během procesu tažení zmenší ve váleček o daném průměru  $d'$  a výškou  $h'$ . V dané operaci tažení zůstává platný stálý objem kovu, a proto bude výška  $h'$  větší než šířka rozdílu průměrů  $(D - d)$ . Tažení patří mezi tvárné deformace, u nichž dochází k přeměně tvaru k přeměně objemu kovu. Ukázat bychom mohli řešení objemu na obr. 3.1 v tvaru trojúhelníků.



Obr. 3.1 Schéma tažení nádoby [6]

U tažených součástí nastává složitá tvárná deformace, při které mění částice výchozího polotovaru své rozměry, v radiálním směru se natahují a v tangenciálním směru naopak zkracují. Složitější stav deformace nastává při přechodu částic přes tažnou hranu, v níž nastává prostorový ohyb. Na obr. 3.2 je znázorněn průběh tažení válcového výtažku spřidržovačem a jsou zde zakresleny průběhy napětí ( $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ ) a logaritmické deformace ( $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ ). Během celého procesu tažení součásti se mění  $\sigma$  a  $\varphi$  v různých částech výtažku, zároveň se mění

jejich velikost. Vlivem spřidržovače vzniká v části příruby (oblast M) prostorová napjatost. U výtažků bez spřidržovače odpadá tlak od spřidržovače. Radiální tahové napětí a tangenciální tlak  $r_t$  - poloměr tažnice (oblast N).



a) schéma nástroje, b) hlavní napětí  
Obr. 3.2 Tažení válcového výtažku [5]

Udalší část výtažku (oblast O), která je válcová se projevuje pouze jednoosá tahová napjatost. Prostorový stav deformace, způsoběný předchozí částí (oblast N) se zde mění na rovinný stav. Přechodová část mezi dnem nádoby a válcovou částí (oblast P) je zatížena prostorovou nestejnou napjatostí. Tato napjatost způsobí říční prodloužení v dané části a to má dopad na tloušťku materiálu v dané části. Je velká nebezpečí, že právě v této oblasti dojde k tržení dna výtažku. Dno (oblast R) je při procesu namáháno rovinnou tahovou napjatostí. K nepatrnému ztenčení dna výtažku dochází u tažení na jednu operaci, a u leutážení výtažku na více operací se intenzivně zeslabuje jedno.

Aby byla výroba tažené součástky možná, předpokládá se snaha o zkvalitnění pochodu tažení. To v praxi znamená zlepšení podmínek při výrobě. Mezi tyto podmínky je možno zařadit:

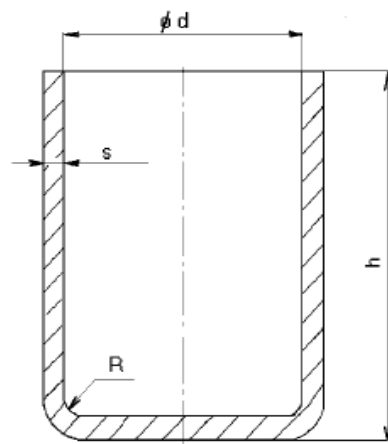
- změna odporu plochy řířuby proti deformaci
- snížením tlakových napětí v řířubě nebo zvětšením její stálosti, jež zabrání tvorbě záhybů
- u nebezpečných průřezů snížit tahové napětí, která by zvyšovala pevnost kovů
- zlepšení podmínek stavu napjatosti v průřezovém polotovaru

### 3.1 Parametry procesu tažení [4]

Při výrobě je kladen důraz na technologické a konstrukční parametry tažení k docílení stanovených rozměrů konečného výtažku.

#### 3.1.1 Velikost průřezu plechu [4],[7]

K zjištění velikosti průřezu se lze dopracovat několika způsoby. Slouží k tomu výpočty nebo grafy. Grafy se používají ke kontrole výpočtů. Základní princip pro zjištění velikosti polotovaru grafem, pro jednoduché válcovité výtažky, vychází z rovnosti ploch výtažku a průřezu, při zachování stejné tloušťky plechu. U tenkostěnných výtažků se vychází z vnějších poloměrů a u tlustostěnných výtažků udáváme střední hodnoty poloměrů součástí. Zpravidla se přidává k výpočtané části ještě přírůstek na odstrižení, ten bývá 3% u jednooperačního tažení a přidává se 1% při každém dalším tahu. Je to hlavně proto, že při procesu nastává deformace, které způsobí říční nerovnost v krajích výtažku.



Obr. 3.3 Válcový výtažek [5]

Jak už bylo řečeno základní podmínkou je rovnost objemů plechu před  $V_0$  a po  $V_1$  tažení:

$$V_0 = V_1 \quad [\text{mm}^3] \quad (3.1)$$

K tomu se váže další podmínka, za předpokladu, že materiál nedochází ke změně tloušťky plechu, platí rovnost ploch před  $S_0$  a po  $S_1$ :

$$S_0 = S_1 \quad [\text{mm}^2] \quad (3.2)$$

Po zjednodušení výpočtu se rozděluje součástí na jednotlivé základní části (např. na plochu a plášť – u jednoduchých výtažků) a výsledné hodnoty se dosazují do vzorce 3.3.

Výpočet plochy řístříhu:

$$S_0 = S_d + S_p + S_c \quad [\text{mm}^2] \quad (3.3)$$

$S_d$  – plocha navýlisku  $[\text{mm}^2]$   
 $S_p$  – plocha pláště navýlisku  $[\text{mm}^2]$   
 $S_c$  – plocha řídků na odstřížení okraje  $[\text{mm}^2]$  (volíme  $3\% \div 5\%$  z plochy na plášť)

Plochy hotové součásti  $S_0$  se využije ve vzorci 3.4, ze kterého se po úpravě lze dosáhnout výpočtu výchozího průměru  $D_0$ .

Výpočet průměru  $D_0$ :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot S_0}{\pi}} \quad [\text{mm}] \quad (3.4)$$

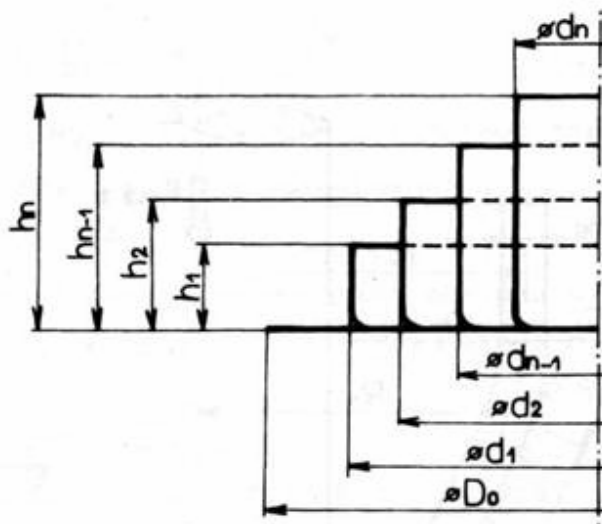
Velikosti  $D_0$  pro různě tvarované výtažky lze zjistit z odborné literatury, jako je např. [1] a [3]. K rychlému zjištění přibližné velikosti průměru  $D_0$  slouží graf, ve kterém jako vstupní údaje postačí průměr a výška hotového výtažku. Požívá se pro jednoduché tvarové výtažky (Příloha 2).

### 3.1.2 Stanovení počtu tahů [4], [7]

Pro vlastní proces tažení je možno zhotovit výtažek na jednu operaci nebo určitěho minimálního průměru. Pokud se zhotovuje výtažek s ještě menším průměrem, tak součástí je možné vyrobit zapomocí víceoperačního tažení. Počet operací dochází kvůli čerpání plasticity výtažku, a proto se polotovary rekrytalizačně žilí. Na obr. 3.2 je uveden princip víceoperačního tažení, u kterého se snažíme dosáhnout co nejmenšího počtu operací.

Vliv na výslednou hodnotu součinitele tažení má druh a kvalita plechu, tloušťka plechu, poměr tloušťka (s<sub>0</sub>/D<sub>0</sub>), tažník, tažnice.

V tabulce 2 jsou uvedeny hodnoty součinitele tažení na 4. operaci [5] několikrát.



Obr. 3.4 Tažení na

Tab.2 Hodnoty součinitele tažení [7]

$(s/D_0) \cdot 100$	2,0 ÷ 1,5	1,5 ÷ 1,0	1,0 ÷ 0,6	0,6 ÷ 0,3	0,3 ÷ 0,15	0,15 ÷ 0,08
$m_1$	0,49	0,52	0,54	0,57	0,59	0,62
$m_2$	0,74	0,76	0,77	0,78	0,80	0,81
$m_3$	0,77	0,79	0,80	0,81	0,81	0,84
$m_4$	0,79	0,81	0,82	0,83	0,84	0,86
$m_5$	0,81	0,83	0,85	0,86	0,87	0,88

Celkový součinitel tažení námurčujepočet tažných:

$$m_c = m_1 \cdot m_2 \cdot m_3 \cdot \dots \cdot m_n \quad (3.5)$$

$$m_n = \frac{d_1}{D_0} \cdot \frac{d_2}{d_1} \cdot \frac{d_3}{d_2} \cdot \dots \cdot \frac{d_n}{d_{n-1}} = \frac{d_n}{D_0} \quad (3.6)$$

### 3.1.3 Tažná mezera [2],[5]

Protážení bez ztenčení stěny, se volí tažná mezera větší než jetloušť kaplechu, pouze při kalibraci je stejná. Knárůstu tažné síly s bezpečím utržení dna výtažku dochází u příliš malých tažných mezer.

Velikost tažné mezery pro první operaci tažení:

$$z = (1,2 \text{ až } 1,3) \cdot s_0 \quad [\text{mm}] \quad (3.7)$$

Pro další tah:

$$z = (1,1 \text{ až } 1,2) \cdot s_0 \quad [\text{mm}] \quad (3.8)$$

Výpočet tažné mezery podle Oehlera:

$$z = s_{\max} + k \cdot \sqrt{10 \cdot s_0} \quad [\text{mm}] \quad (3.9)$$

Kde  $k=0,07$  pro ocel,  $k=0,02$  pro hliník,  $k=0,04$  pro ostatní neželezné kovy.

Tab.3 Tažná mezera [8]

Materiál	Tažná mezera [mm]	
	Hlubokotažení	Kalibrování
Hlubokotažná ocel	1,2s	1s
Mosaz	1,05s	1s
Zinek	1,3s	1,1s
Hliník $s < 1,5$	1s	1s
Hliník $s > 1,5$	1,15s	1s
Korozivzdorné oceli	1,2s	1s
Hliníkový bronz	1,2s	1s

### 3.2 Volba přidržovače [2]

Přidržovač se používá k zabránění vzniku vln a záhybů na výtažku, u víceoperačního tažení i vystředění výtažku protažnicí. U silnějších polotovarů a malém přetvoření se vlny nevytvářejí. Vznik účtové deformace je možné zabránit použitím přidržovače, ovšem za cenu přechování materiálu pod přidržovačem a růstu tloušťky. K využití přidržovače a tím zabránění vzniku vln, je potřeba zjistit měrný tlak tloušťky plechu. Měrný tlak přidržovače je přímo závislý na tloušťce plechu, poměru výchozí tloušťky plechu k průměru nádoby, jakosti plechu a součinitele tažení. Přidržovač použijeme vždy u hlubokotažných plechů do 0,5 mm tloušťky. Konečná síla přidržovače je součinem měrného tlaku a činné plochy přidržovače.

Výchozí vzorec pro použití přidržovače:

$$u = 50 \cdot \left( \alpha - \frac{\sqrt{s}}{\sqrt[3]{D}} \right) \quad (3.7)$$

$s$  – tloušťka polotvaru [mm]

$D$  – průměr polotvaru [mm]

$\alpha$  – materiálová konstanta

a) hlubokotažný plech = 1,9

b) mosazný plech = 1,95

c) hliníkový plech = 2

Vzorečky určující použití přidržovače:

$$u \geq \frac{100 \cdot d}{D_0} \Rightarrow \text{spřidržovačem} \quad (3.8)$$

$$u < \frac{100 \cdot d}{D_0} \Rightarrow \text{bez přidržovačem} \quad (3.9)$$

K zjištění použití přidržovače je možné použít další postupy.

- Podle Šofmanova tažení bez přidržovače, pokud splňuje podmínku:

$$D_0 - d \leq 18 \cdot s_0 \quad (3.10)$$

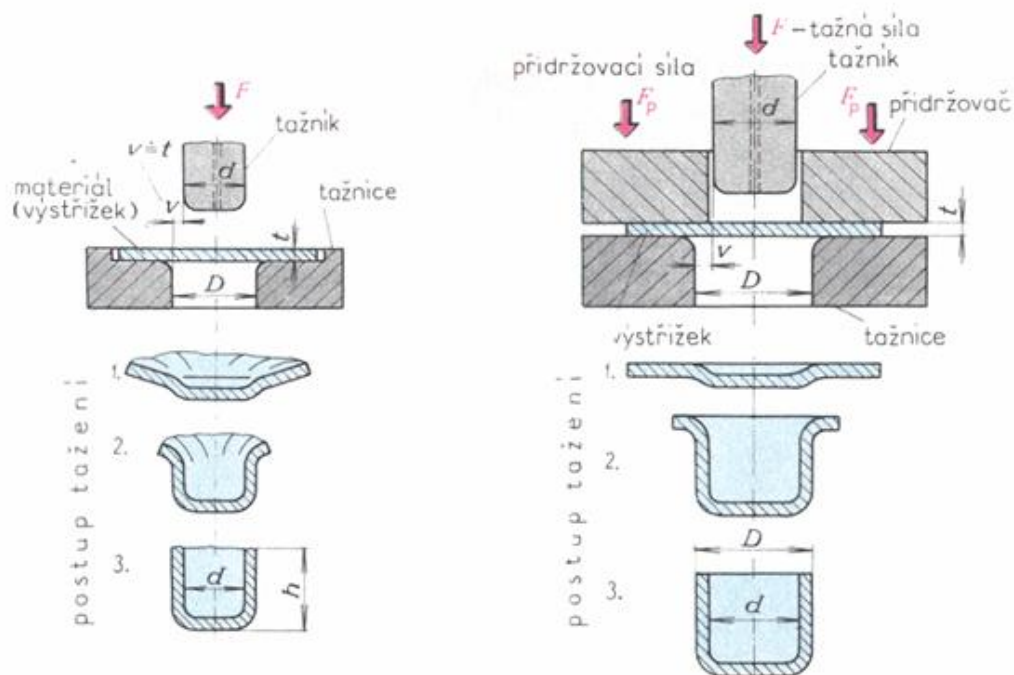
- Podle Freidlinga:

$$\frac{s_0}{D_0} \cdot 100 < 1,5 - \text{spřidržovačem} \quad (3.11)$$

> 2 – bez přidržovače  
= 1,5 ÷ 2 – nutno o zkoušet

Tlak se v praxi nastavuje experimentálně, aby nedošlo k vzniku vlnění nebo trhlin.

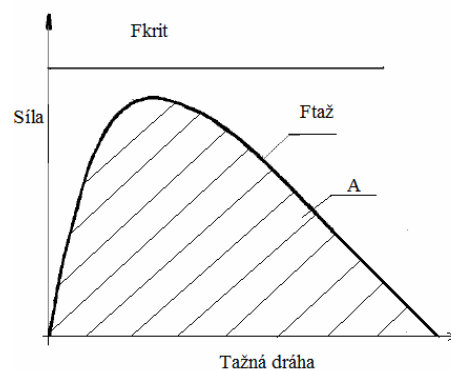




Obr.3.5 Tažení bezpřidržovače (vlevo) a s přidržovačem (vpravo) [6]

### 3.3 Výpočet síly práce [1], [4], [6]

Dané empirické vztahy jsou potřebné pro uprosu tažení. Vzorce jsou zjednodušené od původních empirických vztahů. U výpočtu skutečné tažné síly musejí vyjít hodnoty menší, než-li u výpočtu maximální tažné síly, jinak dojde k utržení dle výsledku. Tažná práce je dána tažnou silou a dráhou tažení. Sílu např. přidržovače udává měrný tlak plochy pod přidržovačem.



Obr.3.6 Znáznornění průběhu tažné síly [4]

Maximální síla, při které nastane utržení dle:

$$F = \pi \cdot d_s \cdot s \cdot R_m \text{ [N]} \quad (3.12)$$

$s$  – tloušťka materiálu [mm]

$d_s$  – střední průměr výtažku [mm]

$R_m$  – mez pevnosti materiálu [MPa]

Skutečná tažná síla:

$$F_t = k \cdot \pi \cdot d_s \cdot s \cdot R_m \text{ [N]} \quad (3.13)$$

$k$  – součinitel vyjadřující součinitele tažení  $\epsilon_m$  s přihlédnutím k poměru tloušťky  $t$  a průměru  $D_0$

Tab.4Hodnotysou činitele k [7]

Součinitelm=d/D	0,55	0,575	0,6	0,625	0,65	0,675	0,7	0,75	0,8
k	1	0,93	0,86	0,79	0,72	0,66	0,6	0,5	0,4

Sílap řidržovače:

$$F_p = S_p \cdot p \text{ [N]} \quad (3.14)$$

$S_p$ –plochapodp řidržovačem[mm<sup>2</sup>]

$p$ –m ěrnýp řidržovacítlak[MPa]

Tab.5Doporu čeným ěrnýtlakp řidržovače[4]

Materiál	$p$ [MPa]
Ocelovýhlubokotažnýplech	2,0až3,0
Nerezovýplech	2,0až5,0
Měděnýplech	1,2až1,8
Mosaznýplech	1,5až2,0
Hlinkovýplech	0,8až1,2

Tažnápráce:

$$A = F_c \cdot h \cdot C \text{ [J]} \quad (3.15)$$

$h$ –celáhloubkatažení[mm]

$C$ –koeficient(vrozmezí0,6až0,8)

$F_c$  –celkovásíłataženísp řidržovačem( $F_c = F_t + F_p$ )

### 3.4Mazáníp řiprocesutažení [1], [3]

Mazánímá n ěkolikzp ůsobůvyužití. Snižujet řenímezinástrojemamateriálem, zmenšuje napětívkovu a má i dobrý vliv jak na výtažek, tak i n a protahovadla, u kterých zabra ňuje přilepování, vznikuzád ěraškrábanc ů.

Základnívlastnostimaziv:

- dobroup řilnavostavytvá řetcelistvýmazacífilm
- vydržetzna čnětlaky(až3500MPa)
- nevysychat
- býtsnadnoodstranitelný
- zmenšovatopot řebenítažidelasou části
- snižovatt ření, aby nedošłokpoškozenísou částivlivemtažnésíly
- ekologické
- tepelněstálýseschopnostřodvád ětteplo
- nekorozivní

Mazivnataženíjeplnáškála, ježsed ělínadvazákladnídruhy, atonamazivabezplnide l anamazivasplnidly. Plnidlase používajíp řitaženízavýššíchtlak ů. Plnidladomazivjsou mastek, plavenouk řídu, oxidzine čnatý, zásaditýuhli čitanolovnatý, grafit, atd. Dalšíd ělení maziv je pro oceli, neželezné kovy a nateplovzdor né polotovary. Namazané částijet řeba chránitodne čistot, jinakbymohłodojítkpoškozenítažidelim ateriálu. Velkývlivjekladen nadobrouodstranitelnostzpovrchumateriálu, bohuž ěl čímlepšímazivo, tímh ůřjem ůžeme odstranit.

Způsoby odstranění maziv:

- odmašťování zahorkavou horkou vodou
- elektrolytické odmašťování
- rozpouštění maziv benzínem nebo trichlorethylenem
- ultrazvukem

Pro dobrý výsledek při tažení výlisků je důležité dodržovat jistá pravidla.

Způsob nanášení maziva:

- nepoškozovat celý materiál mazivem
- mazivo nanášet na materiál jen na straně, kde dosedají k tažnici nebo je možno občas namazat tažnici
- nemazat tažník, ani polotovary, kterým při tažení může být škoda – jinak možnost skluzu a ztenčení materiálu

V procesu tažení nastávají různé nároky na použitý typ maziva a to podle použité technologie tažení.

U tažení ocelí se využívá mýdlových roztoků a lehkých olejů. Pro lehčí tahy se používá řepkový olej. Pro složitější tahy maziv s plnidly, jako například plavenou křídou, břeštinou nebo živočišným olejem. Velké využití maziv nastává při tažení korozivzdorné oceli, u kterých jsou vysoké požadavky na kvalitu povrchu.

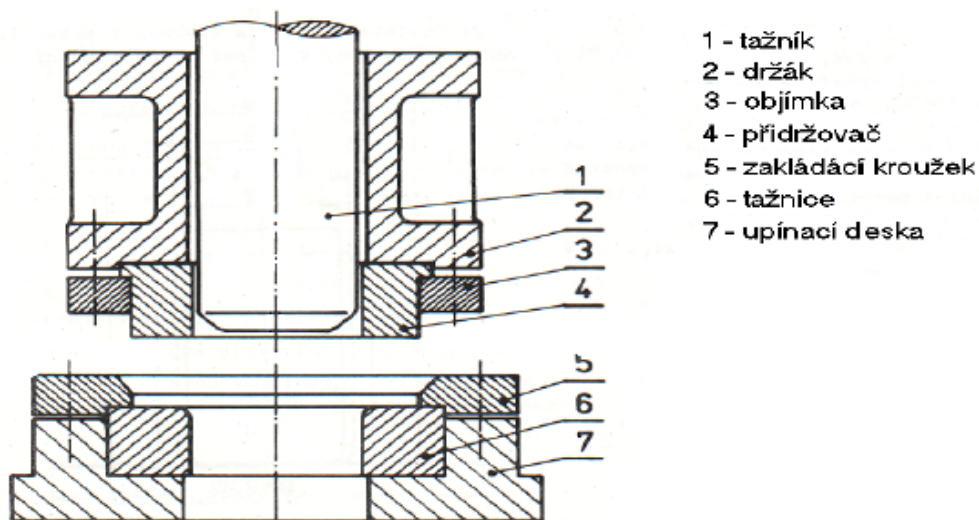
### 3.5 Tažné nástroje [2], [3], [6]

Tažné nástroje jsou technologické konstrukční. Do konstrukční části patří nosná opěrná součásti (desky, stopky, atd.), vodící a spojovací součásti (šrouby, atd.). Mezi technologickou část patří pracovní (tažník, tažnice, atd.), zajišťovací (hledáčky, atd.), přidržovací a zajišťovací součásti (přidržovače, stěrače, atd.). Největší vliv na proces tváření mají pracovní součásti – tažník, tažnice a též přidržovač, který zabráňuje vzniku vln. Tažník a tažnice jako tažné nástroje se dělí na nástroje pro první tah a pro další tahy. Tyto skupiny do sebe zahrnují tažné nástroje jednoduché, sloučené, speciální. Přidržovač může být pružinový, pryžový, pneumatický, hydraulický. Tažník je aktivní nástroj, jeho průměr udává vnější průměr výtažku. Vyrábí se buď z oceli (42, 45, 60, 62) nebo z oceli nástrojové (19, 19L, 4, 194, 36, 4) kalenou a popouštěnou na HRC 60 až 62. Tažnice jsou válcové hotové a to jen pro kruhové výlisky. Pro různé typy tažených součástí se mění tvar tažné hrany.

Tab. 6 Materiály tažidel [2]

Část tažidla	Materiál	HRC
Tažník, tažnice	19, 19L, 4, 194, 36, 42, 45, 60, 62	58–63
Základové desky	42, 45, 60, 62	
Zakládací kroužky	1, 1600	
Přidržovač	19, 19L, 4, 194, 36, 42, 45, 60, 62	61–63

U víceoperačního tažení je použito tažidel pro první tah a pro další tahy. U polotovaru vystřihovaného z pásu je pro první tah výhodnější kombinovat stříhání s tažením v jedné operaci sdruženými nástroji. Takto upravená tažidla zvyšují produktivitu. Tažidla pro další tahy jsou opatřena vyhazovačem a vhodným tvarem tažnice.



Obr.3.7 Tažidlo s přídržovačem [5]

### 3.5.1 Geometrie tažného stroje [2], [4], [8]

Mezi částmi, které se nejvíce podílí na kvalitě procesu tažení jsou poloměr zaoblení tažnice ( $R_{te}$ ), tažníku ( $R_{tu}$ ) a velikost tažné mezery ( $z$ ).

#### Tažnice:

Poloměr zaoblení tažnice má rozhodující vliv na rozměry a přesnost kvality výtahu.

Větší poloměr  $R_{te}$  má kladný vliv na hloubku tažení a stupeň tažení, tím se ale zmenšuje plocha pod přídržovačem a může nastat zmenšení stability a vznik defektů.

Pro první tah se vypočte z vztahu:

$$r_{te} = 0,8 \cdot \sqrt{(D_0 - d) \cdot s_0} \quad [\text{mm}] \quad (3.16)$$

U jednooperačního tažení se doporučuje, dle ČSN 22730, poloměr tažné hran tažnice v hodnotách:

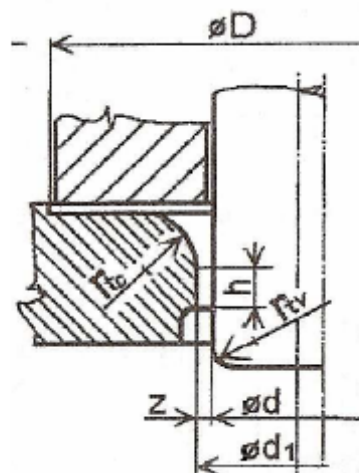
$$r_{te} = (6 \text{ až } 10) \cdot s_0 \quad [\text{mm}] \quad (3.17)$$

#### Tažník:

Poloměr zaoblení tažníku  $R_{tu}$  je v prvním a předposledním tahu totožný s poloměrem zaoblení tažnice ( $R_{tu} = R_{te}$ ). U  $R_{tu}$  s poloměrem menším než je zaznamenáno v tab. 4, je nutná kalibrační operace při níž se nemění průměr výtahu, ale pouze poloměr zaoblení  $R_{tu}$ .

Tab.7 Hodnoty zaoblení tažníku pro poslední tah [4]

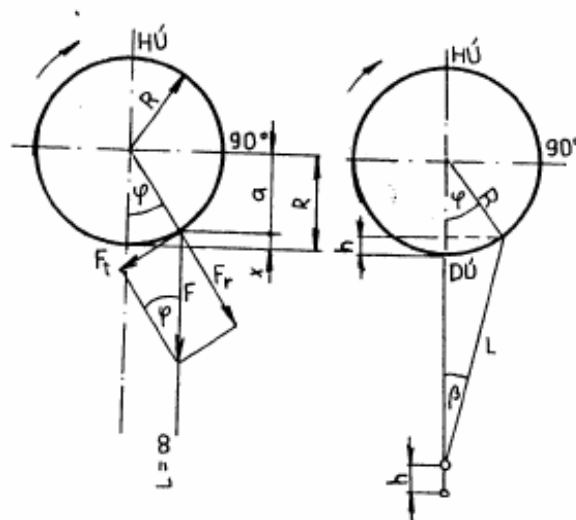
Průměr výtahu [mm]	$R_{tu}$ [mm]
10 až 100	$(3 \text{ až } 4) \cdot s_0$
100 až 200	$(4 \text{ až } 5) \cdot s_0$
200 až 300	$(5 \text{ až } 7) \cdot s_0$



Obr.3.8 Geometrie tažné hrany [2]

### 3.6 Stroje [5]

Stroje využívané v plošném tváření jsou mechanické a hydraulické lisy. Lisy mechanické se v tvářecí výrobě vyskytují nejčastěji. Přenos síly je zajištěn klikovým mechanismem. Nespornou výhodou těchto strojů je velká výrobnost a jednoduchost. Bohužel maximální síly dosáhne až před dolní úvratí, také může nastat přetížení stroje, zhoršené podmínky tváření většími silami podélní dráze, průběh rychlosti málo ovlivnitelný, atd. Jmenovitá síla lisu nesmí být překročena, aby nedošlo ke koliznímu stavu. Stroj je opatřen pojistkami proti přetížení a ty zabráňují kolizi stroje s přetížením.



Obr.3.9 Klikový mechanismus [5]

Jmenovitá síla má vliv na základní rozdělení mechanických strojů.

Podle velikosti  $F_j$ :

- lehké – jmenovitá síla  $F_j < 500 \text{ kN}$
- střední –  $F_j = 500 \text{ až } 5000 \text{ kN}$
- těžké –  $F_j > 5000 \text{ kN}$

Hydraulický lis se v porovnání s mechanickým lisem pracuje s silami až  $10^3 \text{ MN}$ , možnost nastavení pracovního zdvihu celého zdvihu beranu podle potřeby, rychlost beranu volitelná v rozmezí  $v = 0 \text{ až } 0,25 \text{ m/s}$ , využití mechanizace a automatizace pracovního cyklu a přídatných operací, lisy nelze přetížít, možnost měření síly za chodu stroje, atd. Mezi nevýhody patří složitější konstrukce pohonu, účinnost, chod beranu má větší prodlevy, obtížnější údržba, až o 30% vyšší pořizovací náklady.

#### 3.6.1 Rychlost tažení [1]

Nejvyšší rychlosti lis dosahuje při dosednutí tažníku na polotovar. Kvůli této rychlosti užíváme nejvyšší hodnotu, která odpovídá hodnotě tažné rychlosti při dosednutí tažníku na polotovar. Vzorec je orientací, ale pro zjištění rychlosti v praxi dostatečný.

$$v \approx 0,0063 \cdot n \cdot \sqrt{z_b \cdot p_t - p_t^2} \quad [\text{m} \cdot \text{min}^{-1}] \quad (3.18)$$

$n$  – počet otáček lisu  $[\text{min}^{-1}]$

$z_b$  – celkový zdvih beranu lisu  $[\text{mm}]$

$p_t$  – pracovní pohyb tažníku (od dosednutí tažníku až po odsazení spodní polohy)  $[\text{mm}]$

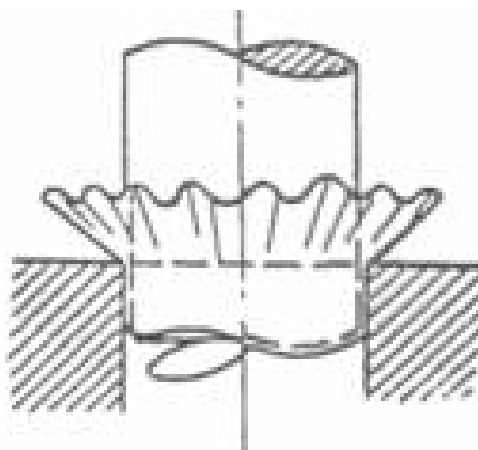
U klasického tažení nesmí tažná rychlost překročit určitou mez, aby nedošlo k zmetkovitosti výtažku. Samozřejmě jsou i možnosti, kdy například při tažení explozí dochází k velmi dobrým výsledkům za pomoci velkých rychlostí.

Tab.8 Doporučená tažná rychlost  $v$  [1]

Materiál a tažení	Tažná rychlost $[\text{m} \cdot \text{min}^{-1}]$
Austenitická korozivzdorná ocel	7
Nelegovaná ocel	17
Hliník a jeho slitiny	25

### 3.7 Vady výtažků [4], [6]

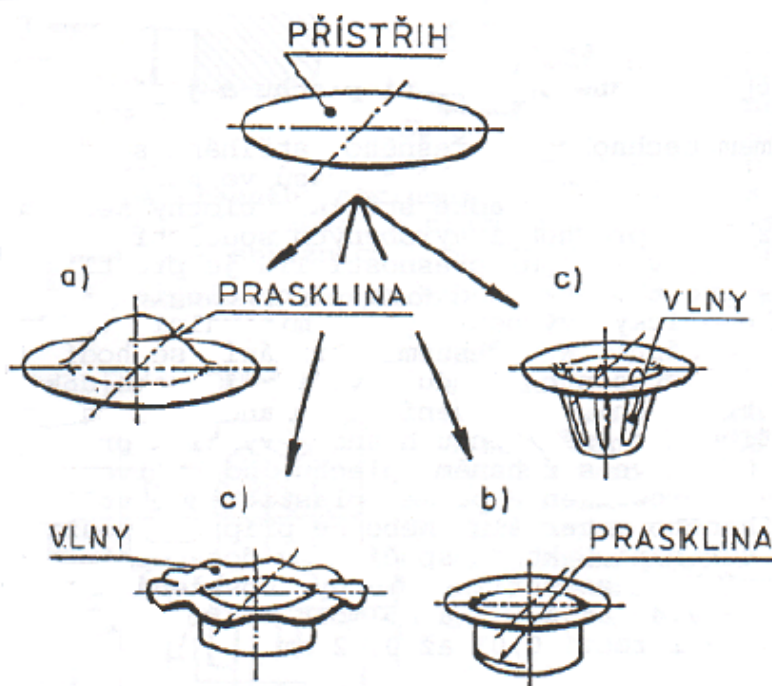
U procesu tažení dochází k přesunu objemu materiálu. Materiál se tažením vytlačuje. Tím, že dochází k tomuto jevu se mění výška a tloušťka výtažku. Při vytlačování materiálu tažníkem do prostoru tažnice, dochází k deformaci materiálu. Přesun materiálu způsobuje vznik vad.



Obr.3.9 Tvorba vln na výtažku nebezpečí útržiny [6]

Některé druhy vad výtažků:

- v nejvíce deformované oblasti výtažků dojde k tvárnému lomu v důsledku vyčerpání plasticity materiálu (obr.2.4.3a)
- po překročení meze pevnosti plechu v tahu, dojde k vzniku prasklin (obr.2.4.3b)
- k zvlnění plechu (na plášti nebo na přídě) výtažku dochází při nestabilitě plastických deformací způsobením tlakovými napětí (obr.2.4.3c)
- výskyt povrchových vrásek na výtažku
- zadírávání při styku nástroje s plechem u některých dvojic materiálu (např. ocel – hliník)
- nedodržení varové a rozměrové přesnosti výtažku, atd.



#### 4NÁVRH TECHNOLOGIE

Sou část je použita jako kryt elektroinstalace. Zaoblení částí krytu určuje tažník a tažnice. Kryt je opatřen dvěma otvory na šrouby a otvorem pro vývod elektrického kabelu. Rozměry výtažku jsou uvedeny na výkrese 3-BP-01-2010. Součást je vyráběna v množství 20000 kusů z hlubokotažné oceli 11320.21 tloušťka celkem 1 mm.



Obr.4 Kryt elektroinstalace

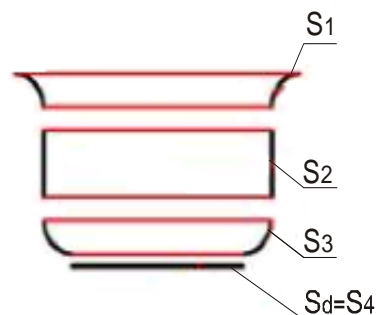
#### 4.1 Výpočet plochy výtažku

$S_1$  – plocha konvexního hrstence

$S_2$  – plocha válce

$S_3$  – plocha konkávního hrstence

$S_4$  – plocha kotouče hrstence



Obr.4.1 Plochy součástí

$$S_1 = \frac{\pi}{2} \cdot (\pi \cdot d_1 \cdot r_1 - 4 \cdot r_1^2) = \frac{\pi}{2} \cdot (\pi \cdot 75 \cdot 6 - 4 \cdot 6^2) = 1994,47 [mm^2]$$

$$S_2 = \pi \cdot d_2 \cdot h_2 = \pi \cdot 70 \cdot 16 = 3518,6 [mm^2]$$

$$S_3 = \frac{\pi}{2} \cdot (\pi \cdot d_3 \cdot r_3 + 4 \cdot r_3^2) = \frac{\pi}{2} \cdot (\pi \cdot 58 \cdot 6 + 4 \cdot 4^2) = 1817,84 [mm^2]$$

$$S_4 = \frac{\pi}{4} \cdot d_3^2 = \frac{\pi}{4} \cdot 58^2 = 2642,1 [mm^2]$$

$$S_c = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 = 1994,47 + 3518,6 + 1817,84 + 2642,1 = 9973,01 [mm^2]$$

## 4.2 Výpočet průměru řístříhu

Dle vzorce 3.4 z kapitoly 3.1.1.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot S_c}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 9973,01}{\pi}} = 112,69 [\text{mm}]$$

Přídavek na odstřižení první tahu je 3% z  $\varnothing D$ , přídavek na další tah udalší 1% z  $\varnothing D$ .

Výtažek bude zhotoven pouze na jedentah:

Tedy přídavek bude 3% z  $\varnothing D$   $D = 0,03 + 112,69 = 3,3807 [\text{mm}]$

Výchozí hodnotavýtažkuobude:

$$\varnothing D = 112,69 + 3,38 = 116,0707 \approx 116,5 [\text{mm}]$$

Vzhledem k tomu to číslo volíme maximálně dvě desetinná čísla.

## 4.3 Nástříhový plán

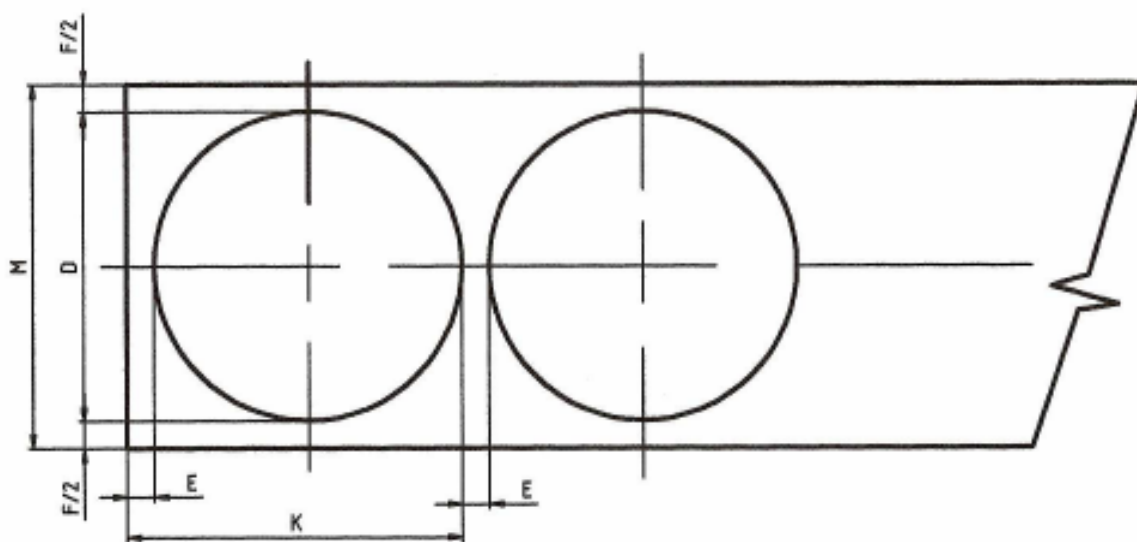
Z grafu (viz příloha 1), za pomoci průměru  $\varnothing D$  a tloušťky materiálu, se stanoví velikost  $m$  ústku  $E$  a vzdálenost od kraje  $F/2$ . Poté zjistíme velikost kroku  $K$  a šířku pásu  $M$ . Jako výchozí polotovary pro výrobu řístříhu slouží pásy plechu nebo svitky. Vzhledem k počtu kusů zvolíme svitek

$$F = 7 \text{ mm}$$

$$E = 2,5 \text{ mm}$$

$$M = D + F = 116,5 + 7 = 123,5 [\text{mm}]$$

$$K = D + E = 116,5 + 2,5 = 119 [\text{mm}]$$



Obr.4.2 Nástříhový plán

Délka svitku:

$$L_s = Q \cdot K = 20000 \cdot 119 = 2380000 [\text{mm}]$$



Využití materiálu:

$$\eta = \frac{S_{výt}}{S_{pol}} \cdot 100 = \frac{\pi \cdot r^2}{M \cdot K} \cdot 100 = 72,5\%$$

Střížná síla potřebovaná k vystřížení rondelu:

$$F_s = n \cdot S_{stř} \cdot \tau_s = n \cdot \pi \cdot D \cdot \tau_s \cdot s = 1,4 \cdot \pi \cdot 116,5 \cdot 0,8 \cdot 300 \cdot 1 = 122974,5 \approx 122,97 [kN]$$

n – koeficient potřebovaný k řebení nástroje (1,2 ÷ 1,55)

$S_{stř}$  – plocha řihu [mm<sup>2</sup>]

$\tau_s$  – mez pevnosti [MPa]

s – tloušťka materiálu [mm]

D – průměr řístřihu [mm]

Střížná práce:

$$A_s = k_s \cdot F_s \cdot s = 0,6 \cdot 122,97 \cdot 1 = 73,78 [J]$$

$F_s$  – střížná síla [N]

s – tloušťka materiálu [mm]

$k_s$  – koeficient závislý na druhu a tloušťce materiálu (pro středně tvrdou ocel = 0,6)

#### 4.4 Počet tahových operací

Pro materiál z oceli 11320.21 do tloušťky 1 mm jsou činitelé tažení  $m = 0,54$ .

$$m_1 = \frac{d_1}{D}$$

$$d_1 = m_1 \cdot D = 0,54 \cdot 115 = 62,1 [mm]$$

Zadaný výtažek má průměr 70 mm, zprůhleděný po čtyřech vyšel průměr 62,1 mm, tažená součást bude zhotovena jedním tahem.

#### 4.5 Použití řidržovače

$$u = 50 \cdot \left( \alpha - \frac{\sqrt{s}}{\sqrt[3]{D}} \right) = 50 \cdot \left( 1,9 - \frac{\sqrt{1}}{\sqrt[3]{116,5}} \right) = 84,762 [-]$$

s – tloušťka polotovaru [mm]

D – průměr polotovaru [mm]

$\alpha$  – materiálová konstanta prohlubokotažný plech = 1,9

Vzorečky, které nám určují použití řidržovače:

$$u \geq \frac{100 \cdot d}{D_0} \Rightarrow \text{spřidržovačem}$$

$$u < \frac{100 \cdot d}{D_0} \Rightarrow \text{bez přidržovače}$$

$$\frac{100 \cdot d}{D_0} = \frac{100 \cdot 70}{116,5} = 60,87 \Rightarrow u \geq 60,08 \text{ nutno použít přidržovač}$$

## 4.6 Tažná mezera

Jelikož bude součásttažena jedinou operací, postačí nám vzoreček 3.7 u kapitoly 3.1.3.

$$z = (1,2 \text{ až } 1,3) \cdot s_0 = 1,2 \cdot 1 = 1,2 [\text{mm}]$$

## 4.7 Výpočet síly práce

Síla na utržení dna:

$$F = \pi \cdot d_s \cdot s \cdot R_m = \pi \cdot 68 \cdot 1 \cdot 300 = 64089 [\text{N}] = 64,089 [\text{kN}]$$

Skutečná tažná síla:

$$F_t = k \cdot \pi \cdot d_s \cdot s \cdot R_m = 0,86 \cdot \pi \cdot 68 \cdot 1 \cdot 300 = 55116 [\text{N}] = 55,116 [\text{kN}]$$

k – koeficient závislý na součiniteli tažení 'm'

Síla p řidržovače:

$$F_p = S_p \cdot p = \frac{\pi \cdot (D_1^2 - D_2^2)}{4} \cdot 2,5 = \frac{\pi \cdot (116,5^2 - 80^2)}{4} \cdot 2,5 = 14083 [\text{N}] = 14,083 [\text{kN}]$$

$$D = 75 + 3,32958 = 78,32958 \cong 80 [\text{mm}]$$

S – plocha podp řidržovačem [mm<sup>2</sup>]

p – černýp řidržovací tlak [MPa] (tab. 2)

Vzhledem k číslu 78,32958 volíme průměr 80 mm.

Celková tažná práce:

$$F_c = F_t + F_p = 55116 + 14083 = 69199 [\text{N}]$$

Tažná práce:

$$A = F_c \cdot h_t \cdot C = \frac{69199}{1000} \cdot 26 \cdot 0,7 \cong 1259 [\text{J}]$$

h<sub>t</sub> – celá hloubka tažení [mm]

C – koeficient (v rozmezí 0,6 až 0,8)

F<sub>c</sub> – celková síla tažení sp řidržovačem (F<sub>c</sub> = F<sub>t</sub> + F<sub>p</sub>)

## 4.8 Zaoblení tažných nástrojů

Tažník: pro průměry tažky od 10 do 100 mm (viz. kapitola 3.2.4)

$$r_{tu} = 4 \cdot s_0 = 4 \cdot 1 = 4 [\text{mm}]$$

Minimální velikost zaoblení je 4 mm, výtažek má zaoblení 5 mm. Daná hodnota vyhovuje výpočtu.

Tažnice:

$$r_{te} = 0,8 \cdot \sqrt{(D_0 - d) \cdot s_0} = 0,8 \cdot \sqrt{(115 - 70) \cdot 1} = 5,36 [\text{mm}]$$

U jednooperačního tažení se doporučuje, dle ČSN 22730, poloměr tažné hran tažnice v rozmezí od 6 do 10 násobku tloušťky, ale volíme 5 mm.

## 4.9 Volba stroje

K výrobě krytu, jednooperačním tažením, je zvolen hydraulický lis CUPJ 60/10. Lis je vhodný pro hromadnou výrobu. Používá se k zalisování ložisek nebo rotorů a pro operace stříhání, tažení, ohraňování a ražení. Lze s ním kontrolovat minimální sílu, regulaci síly, možnost zvolení prodlevy na konci procesu. Stroj obsahuje řídicí systém, který nám dovoluje nastavit až 99 odlišných pracovních cyklů s možností vložení do paměti. Obrázek stroje a technické parametry obsahuje příloha 3. K zvolenému stroji je zvolený i typ maziva pro zkvalitnění výroby součástí tažením. Olej se prodává pod označením BERUFORM STO 1326. Využívá se pro ražení a hluboké tažení. Neobsahuje chlór a těžké kovy, nemísitelný svodou.

## 5 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

### 5.1 Technické zhodnocení

Tažidlo pro výrobu krytu se skládá z několika částí. Dolní část tažidla obsahuje tažnici, upínací desku a základací kroužek. Tažnice je nalisována do upínací desky. Upínací deska a základací kroužek pro ustavení přístříhu, jsou opatřeny otvory pro šrouby. Po nalisování tažnice se přístříhový základací kroužek šrouby k upínací desce. V druhé části tažidla je tažník, držák, objímka a přídržovač. Horní strana tažníku je opatřena stopkou pro ustavení tažníku v beranulisu. Přídržovač je uchycen mezi objímku a držák. Pracovní plochy tažníku a tažnice jsou leštěny a řaděpsanou drsností.

### 5.2 Ekonomické zhodnocení

Nácelkové náklady má vliv několik činitelů. Jedná se o volbu technologického postupu, životnost nástroje, pracovní obsluhy, zmetkovitost při výrobě, atd.

Výrobu přístříhu z oceli 11320.21 z tabulového plechu je nahrazen svitky. Svitek je dodáván v maximální délce 12000 mm. Cena oceli se pohybuje kolem 20,9 Kč/kg. Z jednoho pásu svitku lze zhotovit 100 ks přístříhu. K výrobě 20000 kusů potřebujeme 200 sviteků. Náklady na materiál činí 48629 Kč. Jelikož není známa cena za vystřihování a tažení materiálu, cenou za použité nástroje, bude minimální hodnota vyráběné součástky dána počtem sviteků.

## 6 ZÁVĚR

Bakalářská práce se zabývá výrobou krytů elektroinstalace halogenového svítidla plošným tvářením. Jako výchozí materiál je použita ocel 11320. 21 o tloušťce 1 mm. Vyráběné množství výtažků je 20000 ks. Výtažek má rotační tvar. Zaoblení částí výtažku určují tvary použitých tažných nástrojů. Dno výtažku je opatřeno otvory pro šrouby, kterými se zajišťuje kryt ke svítidlu. Boční otvor slouží k vyvedení elektrického kabelu. Požadavky na přesnost součástí jsou malé, a proto jsou rozměry netolerované.

Postup výroby se skládá z vystřížení polotovaru, dále následuje tažení na jednu operaci za pomoci p řidr žovače a poslední operace je odstřížení p říruby. Z variantního řešení vyplynula nejlépe metoda výroby konvenčním tažením. Součástí bude tažení bez ztenčení stěny.

Vzhledem k hromadné výrobě, použité technologii výroby, jmenovitě slyazdivní huberanu byl zvolen hydraulický lis CUPJ 60/10. Pro zkvalitnění technologie tažení bude použit olej podobná čením BERUFORMSTO1356.

Použitě tažidlo se skládá z několika částí. Největší vliv na výrobu součásti má tažník, tažnice a p řidr žovač. Pracovní část tažidla má j p ředepsanou drsnost.

Jako vstupního polotovaru bylo využito svitku plechu. Náklady na jeden kilogram materiálu činí 20,9 Kč. Tato práce nezohledňuje většinu faktorů nutných k zjištění ceny za vyrobený kus, jako je směnnost, cena za energii, cena za výrobní náklady, náklady na nástroj, atd. Proto bude minimální cena za výtažek dána hodnotou svitku.

## Seznam použitých zdrojů [11]

1. TIŠNOVSKÝ, Miroslav; MÁDLE, Luděk. *Hluboké tažení plechů na lisech*. Praha: SNTL, 1990. 200 s. ISBN 80-03-00221-4.
2. FOREJT, Milan. *Teorie tváření nástroje*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 1991. 187 s. ISBN 80-214-0294-6.
3. ROMANOVSKIJ, V. P. *Příručka pro lisování zastudena*. Praha: SNTL, 1959. 540 s. SBNDT 621.986.
4. DVOŘÁK, Milan; GAJDOŠ, František; NOVOTNÝ, Karel. *Technologie tváření: Plošné a objemové tváření*. s.r.o. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2003. 169 s. ISBN 80-214-2340-4.
5. *Ust.fme.vutbr.cz* [online]. 2010 [cit. 2010-05-20]. VYBRANÉ TECHNOLOGIE PLOŠNÉHO TVÁŘENÍ. Dostupné z WWW: <[http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/opory\\_soubory/technologie\\_tvareni/kapitola\\_4.htm](http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/opory_soubory/technologie_tvareni/kapitola_4.htm)>.
6. *Technologie II* [online]. 2005 [cit. 2010-05-19]. Technologie plošného tváření - tažení. Dostupné z WWW: <[http://www.ksp.tul.cz/cz/kp\\_tobsah/vyuka/skripta\\_tkp/sekce/09.htm](http://www.ksp.tul.cz/cz/kp_tobsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/09.htm)>.
7. [Http://www.belis.eu](http://www.belis.eu) (online). 15.5.2010 (cit. 2010-05-315). BELIS, s.r.o. . Dostupné z WWW: <<http://www.belis.eu/vyroba/11-hluboke-tahy.html>>.
8. KOTOUČ, Jiří. *Tváření nástroje*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 1993. 349 s. ISBN 80-01-01003-1.
9. [Http://www.hsvpolicka.cz](http://www.hsvpolicka.cz) (online). 15.5.2010 (cit. 2010-05-15). HŠV stroje, a.s. Dostupné z WWW: <[http://www.hsvpolicka.cz/a0793ea2\\_f951\\_47c9\\_b2cb\\_a1646a6d179a.aspx](http://www.hsvpolicka.cz/a0793ea2_f951_47c9_b2cb_a1646a6d179a.aspx)>.
10. FURBACHER, Ivan. *Lexikon technických materiálů*. Praha: Odborné nakladatelství technické literatury, 2001. 500 s. ISBN 80-86229-02-5.
11. *Citace 2.0 : Generátor citací* [online]. 2004 [cit. 2010-05-29]. Citace.com. Dostupné z WWW: <<http://citace.com/generator.php?druh=8&ukol=1>>.

## Seznampoužitýchsymbol ůazkratek

Označení	Legenda	Jednotka
A	Tažnápráce	[J]
A <sub>s</sub>	Střižnápráce	[J]
C	Koeficient	[-]
D	Pr ůměrpolotovaru	[mm]
d	Pr ůměrvýtažku	[mm]
D <sub>s</sub>	Střednípr ůměrvýtažku	[mm]
E	Velikostm ůstku	[mm]
F	Velikostokraje	[mm]
F <sub>s</sub>	Střižnásíla	[N]
F <sub>m</sub>	Maximálnísíla	[N]
F <sub>t</sub>	Tažnásíla	[N]
F <sub>p</sub>	Sílap řidržovače	[N]
F <sub>j</sub>	Jmenovitásíla	[N]
h	Výškavýtažku	[mm]
h <sub>t</sub>	Celkováhloubkatažení	[mm]
K	Velikostkroku	[mm]
k	Koeficient	[-]
k <sub>s</sub>	Koeficient	[-]
L <sub>p</sub>	Délkapásu	[mm]
M	Ší řkapásu	[mm]
m, m <sub>n</sub>	Koeficienttažení	[-]
n	Po četotá čeklisu	[min <sup>-1</sup> ]
p	Měrnýtlak	[MPa]
p <sub>p</sub>	Pracovnípohybtažníku	[mm]
Q	Výrobnímnožství	[ks]
R <sub>m</sub>	Mezpevnostivtahu	[MPa]
r <sub>te</sub>	Poloměrzaoblenítažnice	[mm]
r <sub>tu</sub>	Polom ěrzaoblenítažníku	[mm]
S	Plochamateriálu	[mm <sup>2</sup> ]
S <sub>p</sub>	Plochapodp řidržovačem	[mm <sup>2</sup> ]
S <sub>stř</sub>	Plochast řihu	[mm <sup>2</sup> ]
s	Tloušťkamateriálu	[mm]
V	Objemmateriálu	[mm <sup>3</sup> ]
v	Rychlosttažení	[m.min <sup>-1</sup> ]
z	Tažnámezera	[mm]
z <sub>b</sub>	Zdvihberanulisu	[mm]
α	Materiálovákonstanta	[-]
τ <sub>s</sub>	Mezpevnostivest řihu	[MPa]
η	Procentovyžitímateriálu	[%]

## **Seznam příloh**

### **Příloha1.**

Nomogram pro určení okrajů při říhání

### **Příloha2**

Graf pro výpočet průměru řístříhu

### **Příloha3**

Tvářecí stroj

### **Příloha4**

Výkres krytu č.v. 3-BP-01-2010

### **Příloha5**

Výkres tažníku č.v.3-BP-02-2010

### **Příloha6**

Výkres tažnice č.v.3-BP-03-2010

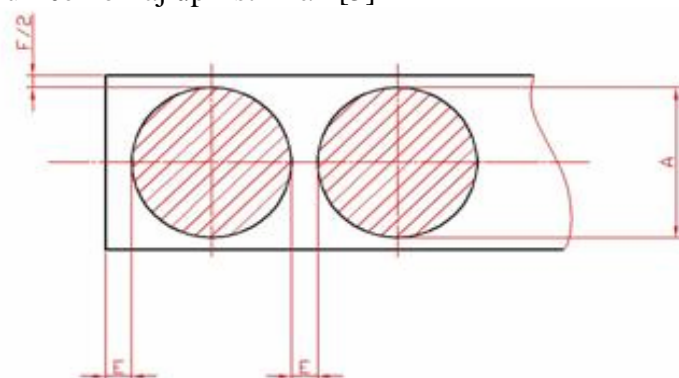
### **Příloha7**

Výkres sestavy č.v.3-BP-04-2010

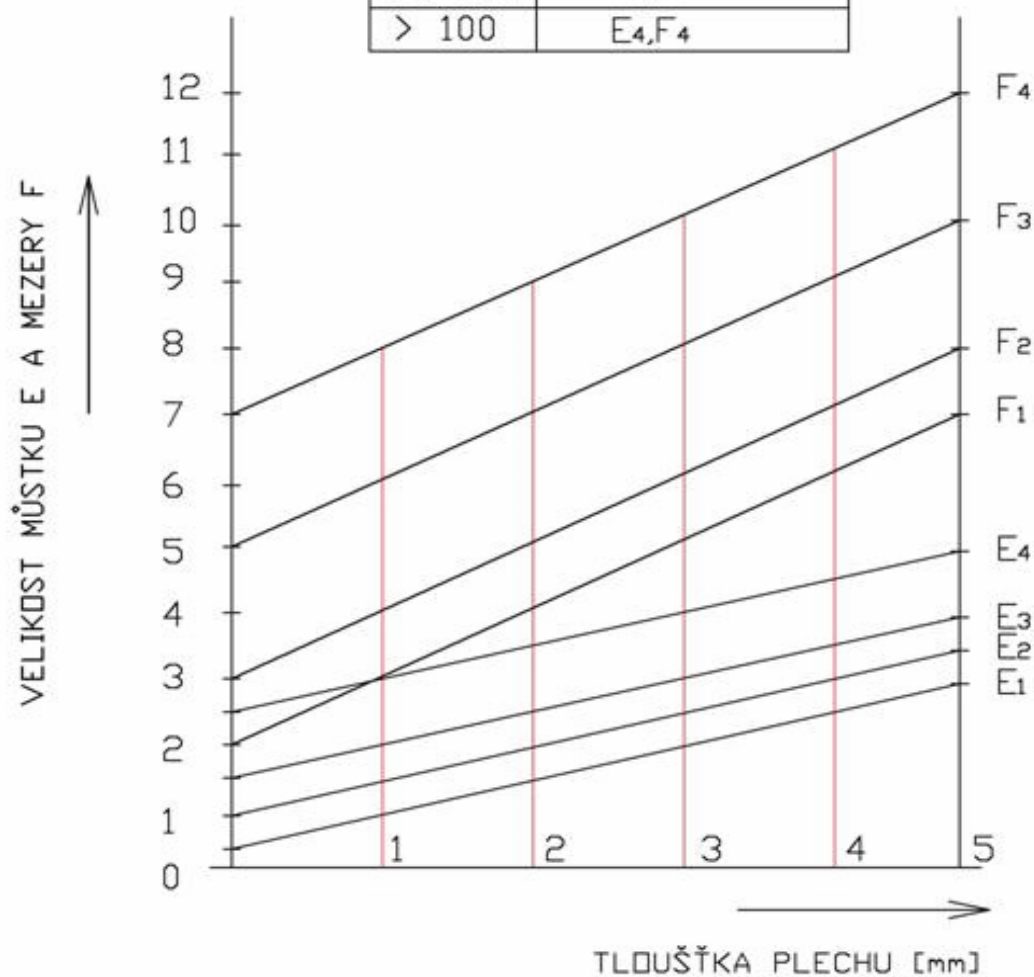


# **Příloha1.**

Nomogramprour čeníoekraj ůp říst řhání[5]

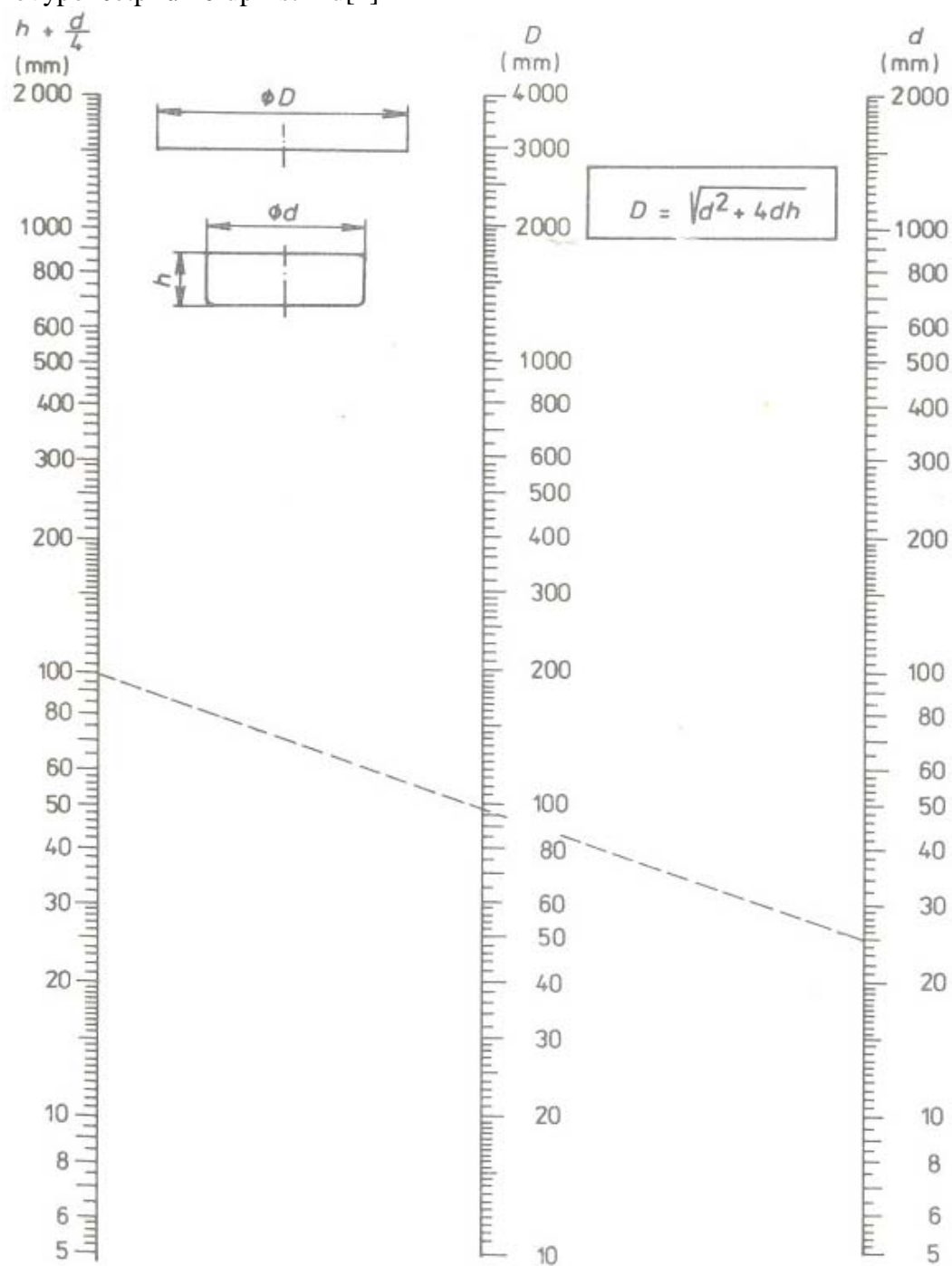


A[mm]	Příslušné E,F
do 15	$E_1, F_1$
15-50	$E_2, F_2$
50-100	$E_3, F_3$
> 100	$E_4, F_4$



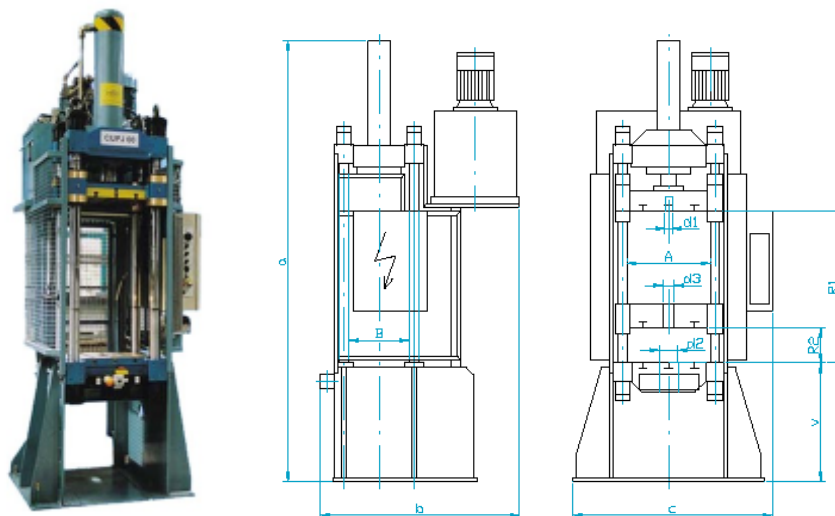
## Příloha2

Grafprovýpočet průměru řístřihu[1]



### Příloha3

#### Tvářecí stroj[9]



CUPJ					60	60/10	10/2
Kód SKP	SKP code	Kode der Gruppe			29.40		
Jmenovitá síla hlavního beranu	Main ram nominal force	Nennkraft des Hauptstößels		kN	600	600	100
Jmenovitá síla pomoc. beranu	Auxiliary ram nominal force	Nennkraft des Hilfsstößels		kN		100	20
Výkon	Output	Leistung		kW	11	11	2,2
Rychlost hlavního beranu	Main ram speed	Geschwindigkeit des Hauptstößels	↓	mm/s	80/55/40	85	150
			↓	mm/s	20/13/7	16	16
			↑	mm/s	75/55/40	85	100
Rychlost pomocného beranu	Auxiliary ram speed	Geschwindigkeit des Hilfsstößels	↓	mm/s	-	22	35
			↑	mm/s	-	42	32
Rozevření hlavního beranu	Main ram capacity	Weite des Hauptstößels	R 1	mm	1200	1450	1260
Rozevření pomoc. beranu	Auxiliary ram capacity	Weite des Hilfsstößels	R 2	mm	-	530	540
Zdvih hlavního beranu	Main ram stroke	Hub des Hauptstößels	H 1	mm	800	900	700
Zdvih pomoc. beranu	Auxiliary ram stroke	Hub des Hilfsstößels	H 2	mm	-	200	160
Průchod	Pass	Durchgang	AxB	mm	520x320	750x370	600
Beran hlavní	Main ram	Hauptstößel	AxB <sub>1</sub>	mm	520x400	750x360	240x130
Beran pomocný	Auxiliary ram	Hilfsstößel	AxB <sub>1</sub>	mm	-	300x300	550x250
Stůl	Table	Tisch	AxB <sub>2</sub>	mm	520x400	750x600	600x400
Výška	Height	Höhe	a	mm	3530	3740	3340
Hloubka	Depth	Tiefe	b	mm	1315	1580	650
Šířka	Width	Breite	c	mm	1260	1690	1375*
Díra v beranu	Ram hole	Öffnung in dem Stößel	d <sub>1</sub>	mm	50 H7	50 H7	32 H7
Propad ve stole	Table hole	Durchfall in dem Tisch	d <sub>2</sub>	mm	120	80	80
Výška stolu	Table height	Tischhöhe	v	mm	1000	860	750
Hmotnost (cca)	Mass (approx.)	Gewicht ca.		kg	3000	3340	1650
Hlučnost	Noise level	Geräuschpegel		dBA	max. 85		